

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ  
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ  
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

**Кафедра екології та технології рослинних полімерів**

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_ М.Д. Гомеля

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2019 р.

**Дипломний проект**

**на здобуття ступеня бакалавра**

**з напрямку підготовки (спеціальність) 6.051301 Хімічна технологія (161  
Хімічні технології та інженерія)**

**на тему:** Цех з виробництва електроізоляційного паперу в системі  
Приватного акціонерного товариства „Малинська паперова фабрика –  
Вайдманн” з розробленням технологічного потоку

Виконав:

студент IV курсу, групи ЛЦ-51

Бойко Віталій Вікторович

\_\_\_\_\_

Керівник:

Доцент, к.х.н.

Барбаш В.А.

\_\_\_\_\_

Рецензент:

\_\_\_\_\_

Засвідчую, що у цьому дипломному  
проекті немає запозичень з праць інших  
авторів без відповідних посилань.

Студент \_\_\_\_\_

Київ – 2019 року

### ВІДОМІСТЬ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ

№ з/п	Формат	Позначення	Найменування	Кількість листів	Примітка
1	A4		Завдання на дипломний проект	2	
2	A4	ДП 4109. 00.000 ПЗ	Пояснювальна записка	110	
3	A1	ДП 4109. 01.000 ТК	Технологічна схема	1	
4	A1	ДП 4109. 02.000 ТК	План цеху	1	
5	A1	ДП 4109. 03.000 ТК	Поперечний розріз	1	
6	A1	ДП 4109. 04.000 ТК	Поздовжній розріз	1	

				ДП 4109 00.000.00		
	ПІБ	Підп.	Дата			
Розробник	Бойко В.В.			Відомість дипломного проекту	Лист	Листів
Керівник	Барбаш В.А.				1	1
Заф.каф.	Гомеля М.Д.				КПІ ім. Ігоря Сікорського Каф. Е та ТРП Гр. ЛЦ-51	

**Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»**

Інститут/факультет інженерно-хімічний  
(повна назва)

Кафедра екології та технології рослинних полімерів  
(повна назва)

Рівень вищої освіти – бакалаврський

Спеціальність (спеціалізація) ~~6.051301 Хімічна технологія~~ (161 Хімічні технології та інженерія)  
(код і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

М.Д. Гомеля

(підпис)

(ініціали, прізвище)

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_р.

**ЗАВДАННЯ  
на дипломний проект (роботу) студенту**

**Бойко Віталій Вікторович**

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Цех з виробництва електроізоляційного паперу в системі Приватного акціонерного товариства „Малинська паперова фабрика - Вайдманн” з розробленням технологічного потоку.

керівник проекту (роботи) Барбаш Валерій Анатолійович к.х.н., доц..  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від «22» травня 2019р. №1323-с

2. Строк подання студентом проекту (роботи) 10 червня 2018 р.

3. Вихідні дані до проекту (роботи) технічні умови на папір електроізоляційний марки ТВ-120 із невібіленої сульфатної целюлози

4. Зміст (дипломної роботи) пояснювальної записки (перелік завдань, які потрібно розробити) Описати та обґрунтувати розробку технологічного потоку, розробити технологічну частину, розрахувати матеріальний і тепловий баланси, навести теоретичні відомості, описати та розрахувати механіко-енергетичну частину, описати будівельну частину та розробити заходи щодо охорони навколишнього середовища.

5. Перелік графічного (ілюстративного) матеріалу (із зазначенням

обов'язкових креслеників, плакатів, презентацій тощо) технологічна  
схема, план цеху, поздовжній розріз, поперечний розріз.

6. Дата видачі завдання 20 травня 2019 р.

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Отримання завдання	20.05.2019	
2	Реконструкція технологічної схеми	20.05.2019-25.05.2019	
3	Технологічна частина	25.03.2019-10.04.2019	
4	Розрахункова частина	27.04.2019-30.05.2019	
5	Оформлення графічної частини	30.05.2019-02.05.2019	
6	Будівельна частина	02.05.2019- 04.06.2019	
7	Розробка заходів з захисту довкілля	04.06.2019-06.06.2019	

Студент

\_\_\_\_\_  
(підпис)

В.В. Бойко

(ініціали, прізвище)

Керівник проекту

\_\_\_\_\_  
(підпис)

В.А. Барбаш

(ініціали, прізвище)

## **Пояснювальна записка до дипломного проекту**

**на тему:** Цех з виробництва електроізоляційного паперу в системі  
Приватного акціонерного товариства „Малинська паперова фабрика -  
Вайдманн” з розробленням технологічного потоку

АНОТАЦІЯ

Дипломний проект: 60 стор., 7 табл., 4 рис., 7 першоджерел, 1 додаток

Зроблено обґрунтування розробки технологічного потоку цеху з виробництва електроізоляційного паперу в системі Приватного акційного товариства «Малинська паперова фабрика – Вайдманн»

Наведено основні вимоги до сировини та готової продукції.

Розроблено та описано технологічну схему виробництва електроізоляційного паперу. Виконано розрахунки матеріального і теплового балансів процесу виробництва електроізоляційного паперу.

Наведено теоретичні відомості про основні технологічні процеси виробництва електроізоляційного паперу.

Наведено об’ємно-планувальне рішення будівлі цеху та заходи щодо охорони навколишнього середовища на підприємстві.

ЦЕЛЮЛОЗА, ЕЛЕКТРОІЗОЛЯЦІЙНИЙ ПАПІР, РОЗМЕЛЮВАННЯ, ВИХРОВИЙ ОЧИСНИК, ПАПЕРОРІЗНА МАШИНА, ПРЕС, СУШИЛЬНИЙ ЦИЛІНДР, КАЛАНДР

					ДП 5101.00.000 ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дата	Цех з виробництва електроізоляційного паперу в системі Відкритого акціонерного товариства „Малинська паперова фабрика – Вайдманн” з розробленням технологічного потоку	Літ.	Арк.	Акркцішів
Розроб.	Байко В.В.						6	60
Перевір.	Бардаш В.А.					«КПІ ім. Ігоря Сікорського», ІХФ, ЛЦ-51		
Реценз.								
Н. Контр.								
Затверд.	Бардаш В.А.							

## ABSTRACT

Diploma project: 60 pages, 7 tables, 4 figures, 7 primary sources, 1 supplement.

The substantiation of the development of the technological flow of the shop for the production of electrical insulating paper in the system of Private Stock Company "Malyn Paper Mill - Weidmann" was made.

The basic requirements for raw materials and finished products are given.

A technological scheme for the production of electrical insulating paper has been developed and described. Calculations of material and thermal balances of the process of production of electrical insulating paper are executed.

Theoretical information about the basic technological processes of production of electrical insulating paper is given.

The volume-planning decision of the building of the shop and measures on environmental protection at the enterprise are presented.

CELLULOSE, ELECTRICAL INSULATION PAPER, ROLLING, EXCHANGE PICTURES, PAPER CUTTING MACHINE, PRESS, DRY CYLINDER, CALENDAR

					Пояснювальна записка	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

## ЗМІСТ

ВСТУП .....	9
1 ОБГРУНТУВАННЯ РОЗРОБКИ ПРОЕКТУВАННЯ ЦЕХУ ВИРОБНИЦТВА ЕЛЕКТРОІЗОЛЯЦІЙНОГО ПАПЕРУ.....	11
2 ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОБНИЦТВА ЕЛЕКТРОІЗОЛЯЦІЙНОГО ПАПЕРУ 3 ХВОЙНОЇ НЕВИБІЛЕНОЇ ЦЕЛЮЛОЗИ.....	12
2.1 Характеристика сировини та готової продукції .....	16
2.2 Технологічна схема та її опис .....	17
2.3 Теоретичні відомості про основні технологічні процеси .....	20
3 ВИЗНАЧЕННЯ ПОТРЕБИ В СИРОВИННИХ РЕСУРСАХ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ЕЛЕКТРОІЗОЛЯЦІЙНОГО ПАПЕРУ .....	28
3.1 Блок-схема балансу води та волокна .....	28
3.2 Вихідні дані для розрахунку матеріального балансу .....	29
3.3 Розрахунок матеріального балансу .....	31
3.4 Тепловий баланс .....	48
4 ВИБІР ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ .....	50
5 ОБ'ЄМНО-ПЛАНУВАЛЬНЕ РІШЕННЯ БУДІВЛІ ЦЕХУ 3 ВИРОБНИЦТВА ЕЛЕКТРОІЗОЛЯЦІЙНОГО ПАПЕРУ .....	52
6 ЗАХОДИ ЩОДО ОХОРОНИ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА .....	57
ВИСНОВКИ .....	58
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ .....	59
ДОДАТОК .....	60



## ВСТУП

Сьогодні світова паперова промисловість виробляє більш як 600 видів паперу і картону, які мають різні властивості.

На даний момент вітчизняна целюлозно паперова промисловість переважно має переробний характер. Існують потужні підприємства з виробництва паперу і картону, які виробляють продукцію з целюлозної сировини і макулатури. Нажаль, відсутність власної сировинної бази в Україні стримують розвиток малотоннажних виробництв та спеціальних видів паперу і картону, а саме: електроізоляційного, конденсаторного, сигаретного, антикорозійних паперів, паперу з синтетичних волокон, фільтрувального папкору та картон, санітарно-гігієнічний видів паперу то що.

Види паперу розділяються на шість класів: Папір для друку; Декоративний; Папір для письма; Пакувальний і обгортковий; Світлочутливий папір; Електротехнічний папір.

Технічні види паперу і картону широко використовуються в електротехнічній галузі для прокладок, ізоляції кабелів, ізоляції електромашин.

На підприємстві Приватне акційне товариство «Малинська паперова фабрика – Вайдманн» працює п'ять технологічних ліній, на яких виробляється трансформаторний картон, електроізоляційний папір для силових кабелів і трансформаторів, а також інші види паперу для різноманітного промислового застосування.

Виробництво електроізоляційного паперу є різновидом волокнистих електроізоляційних матеріалів. Основною сировиною електроізоляційних паперів є сульфатна хвойна невібілена целюлоза.

Існують різні види електроізоляційного паперу.

Папір кабельний, що відрізняється малою пористістю, високими механічними показниками. Існують просочені і непросочені види кабельного паперу, перші мають більш високі показники якості. Для просочення

					Пояснювальна записка	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

застосовуються масла, а також масло-каніфольні речовини. Призначення такого паперу – електроізоляція кабелів як високої, так і низької напруги.

Папір конденсаторний для використання в паперових конденсаторах, він просочується діелектриками які знаходяться в рідкому стані.

Просочувальний папір є основою для виробництва гетинаксу - багатошарової пластмаси, яка застосовується для ізоляції.

Креповий папір має гофрування, паперового полотна. Це дозволяє можливість розтягування матеріалу без шкоди для його якості. Такий папір виробляється для обмотки вигнутих дротів, у місцях їх з'єднання, а також в електричних конструкціях.

Папір мікастрічковий відрізняється хорошими діелектричними властивостями, високою механічною міцністю і чистотою. Він випускається без наповнювачів та проклеючих речовин. Завдяки таким властивостям виробництво електроізоляційного паперу здійснюється на основі високоякісної сульфатної целюлози із хвойних порід деревини та ретельно очищеної деіонізованої води.

Для збереження лідируючої позиції та покращення якості продукції підприємства необхідно проводити модернізацію технологічного процесу виробництва. Тому метою дипломного проекту є розробка технологічного потоку цеху з виробництва електроізоляційного паперу з сульфатної хвойної невібіленої целюлози.

					Пояснювальна записка	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

## 1 ОБГРУНТУВАННЯ РОЗРОБКИ ПРОЕКТУ ЦЕХУ З ВИРОБНИЦТВА ЕЛЕКТРОІЗОЛЯЦІЙНОГО ПАПЕРУ

В розробці технологічної схеми цеху з виробництва електроізоляційного паперу з целюлози можна запровадити наступні конструктивні зміни, які забезпечать підвищенні якості продукції та ефективності виробництва:

1) Встановити в сітковій частині ПРМ замість реєстрових валиків гідропланки, як різновид шабера, які мають кут близько 30°. Гідропланки забезпечують знімання плівки води, що утримуються під сіткою силами поверхневого натягу, а також створюють видалення значної частини води з волокнистого шару внаслідок невеликого розрідження, що виникає в клині між сіткою і похилою поверхнею гідропланки.

Величина вакууму, який створюється гідропланками, у 2 ... 5 разів менша, ніж той самий показник, що створюється реєстровими валиками, а зусилля від тиску в 20 ... 25 разів менше. В наслідок цього гідропланки створюють кращі умови для формування полотна і, крім того, при їхній роботі з водою, що видаляється, на 30 ... 60% менше іде дрібного волокна, наповнювачів та інших добавок, що має важливе значення для якості готової продукції та економіки її виробництва.[3]

2) В сіткової частини ПРМ встановити відсмоктувальний ящик типу Ротобельт, що дозволяє збільшити термін служби сітки на 50 ... 100 % і зменшити витрату енергії, споживаної сітковим столом, а 30 ... 50 % [3].

3) Встановити Юні-прес, який є доцільним для тонких видів паперу. Його перевага також є в тому, що перший вал виконує функцію передачі волокна і функцію одного з валів, при цьому сухість волокна збільшується. Також у пресі відсутня ланка, де може провисати полотно, що покращує фізико-механічні властивості паперу. Два сукна забезпечують «м'які умови» у 1-й зоні, підкладна сітка також покращує відведення води з волокна.

					Пояснювальна записка	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

## 2 ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОБНИЦТВА ЕЛЕКТРОІЗОЛЯЦІЙНОГО ПАПЕРУ З ХВОЙНОЇ НЕВИБІЛЕНОЇ ЦЕЛЮЛОЗИ

### 2.1 Стандарти на сировину та готову продукцію

#### 2.1.1 Целюлоза хвойна сульфатна невібілена електроізоляційна

Целлюлоза хвойная сульфатная небеленая электроизоляционная

ГОСТ 12765 – 88

Для виготовлення електроізоляційного паперу використовується сульфатна хвойна невібілена целюлоза марки ЕКБ-1, відповідно ГОСТ 12765 «Целлюлоза хвойная сульфатная небеленая электроизоляционная» характеристика якої наведена в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 Характеристика сульфатної невібіленої целюлози для електроізоляційного паперу

Наименование показателя	Норма для марки				Метод испытания
	Высший СОРТ	Первый СОРТ	ЭКБ 2	ЭКБ 3	
1 Степень делигнификации	23—29	23—29	27	30	ГОСТ 10070
2 Динамическая вязкость медно-аммиачного раствора с массовой концентрацией целлюлозы 8 г/дм <sup>3</sup> , мПа • с, не менее	23—27	23—27	33	36	ГОСТ 12395
3 Механическая прочность при размоле в мельнице ЦРА до 60° ШР разрывная длина, м, не менее	55	50	60	60	ГОСТ 13525

Продовження таблиці 2.1

4 Массовая доля золы %, не более	9300	9000	9500	9300	ГОСТ 18461
5 рН водной вытяжки, не более	8,0	8,0	8,0	8,0	ГОСТ 12523
6 Удельная электрическая проводимость водной вытяжки, мкСм/см	20	22	20	10	ГОСТ 8552
7 Сорность, отнесенная к условной массе 500 і в абс сух состоянии 1 м <sup>2</sup>	40	44	40	40	ГОСТ 14363
8 Влажность, %	18+5	18+5	18+5	18+5	ГОСТ 16932

2.1.2 Папір електроізоляційний трансформаторний

Бумага электроизоляционная трансформаторная

ГОСТ 24874

Електроізоляційний папір виготовляється марки ТВ-120. Характеристики електроізоляційного паперу наведені в табл. 2.2

Таблица 2.2 – показатели качества электроизоляционного паперу

Наименование показателя	Норма для бумаги марки				Метод испытания
	ТВ-120	ТВУ-085	ТН-120	ТВНУ-085	
1. Толщина, мкм	120±7	85±5	120±7	85±5	ГОСТ 27015
2. Плотность, г/см	0,80 ± 0,05	1,05±0,05	0,80±0,05	1,05±0,05	ГОСТ 27015
3. Разрушающее усилие, Н (кгс), не менее:					ГОСТ 13525.1
в машинном направлении	140 (14,0)	125 (12,5)	140 (14,0)	120 (12,0)	

Продовження таблиці 2.2					
в поперечном направленні	65 (6,5)	53 (5,3)	65 (6,5)	53 (5,3)	
4. Относительное удлинение, %, не менее:					ГОСТ 13525.1
в машинном направлении	2,0	2,0	2,0	2,0	
5. Массовая доля железа, %, не более	0,0040	0,0040	-	-	ГОСТ 18462
6. Массовая доля азота, %, не менее	-	-	0,7	0,7	
7. pH водной вытяжки	6,0-7,5	6,0-7,5	7,0-9,0	7,0-9,0	ГОСТ 12523
8. Удельная электрическая проводимость водной вытяжки, МкСм/см, не более: При модуле 1:50 При модуле 1:20					ГОСТ 8552
	20	20	-	-	
	40	40	-	-	

Продовження таблиці 2.2					
9. Тангенс угла диэлектрических потерь при 100 °С, не более	0,0025	-	-	-	ГОСТ 26127
10. Электрическая прочность сухой бумаги, кВ/мм, не менее	7,5	9,0	7,5	9,0	ГОСТ 26130
11. Массовая доля золы, %, не более	0,40	0,45	0,90	0,90	ГОСТ 7629
12. Влажность, %, не более	8,0	8,0	8,0	8,0	ГОСТ 13525.19

## 2.2 Технологічна схема виробництва

Технологічна схема виробництва електроізоляційного паперу з сульфатної хвойної невібіленої целюлози представлена на рисунку 2.1.

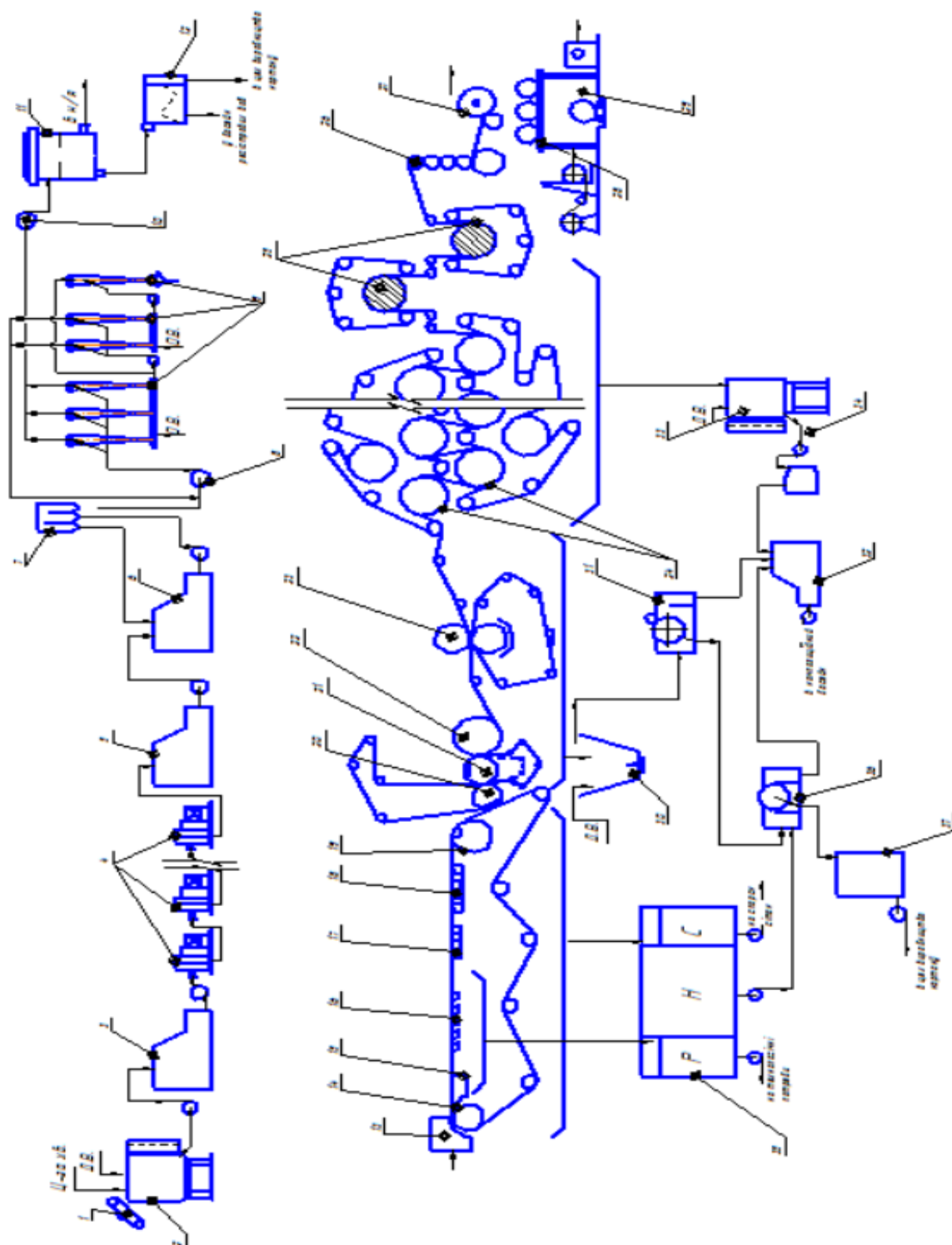


Рисунок 2.1 – технологічна схема виробництва електроізоляційного паперу з сульфатної хвойної невібіленої целюлози

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Пояснювальна записка

Арк.

16



## 2.2 Опис технологічної схеми

Хвойна електроізоляційна целюлоза транспортером (1) подається у гідророзбивач (2), де відбувається розпуск за концентрації 3,5 %. Завантаження гідророзбивача здійснюється періодично, для розпускання целюлози використовується деіонізована вода. Об'єм маси в гідророзбивачі має бути постійним для того, щоб концентрація не змінювалась. Із гідророзбивача відцентровими насосом маса подається в приймальний басейн (3), де відбувається акумулювання маси перед її розмелюванням.

Розмелювання відбувається на дискових млинах (4) за концентрації 3,5% до ступеня млива  $60 \pm 2$  °ШР. Оскільки ступінь млива невібіленої сульфатної целюлози становить  $12 \pm 2$  °ШР, то розмелювання буде проходити на п'яти дискових млинах, де приріст ступеня млива на одному млині становить  $8 \pm 2$  °ШР. Розмелена маса акумулюється в басейні розмеленої Целюлози (5) звідки подається в композиційний басейн (6), за допомогою відцентрового насоса. В цей же басейн подається оборотний брак.

Після композиційного басейну маса насосом подається в бак постійного рівня (7). Для забезпечення очищення маси перед папероробною машиною та для кращого формування паперового полотна, у змішувальному насосі №1 (8) відбувається розбавлення маси оборотною водою. Перед відливанням паперу, розбавлена маса завжди піддається очищенню, з метою вилучення забруднень, які утворились під час підготовки паперової маси. Тому із змішувального насоса № 1 (8) маса подається на перший ступінь очищення у вихрові конічні очисники (9) під тиском 300 кПа. Очищення маси відбувається під дією відцентрових сил, які виникають у вихрових потоках. Відходи від першого ступеня збираються в закритому колекторі (жолобі), та розбавляються обіговою водою, і далі направляються на другий ступінь очищення. Очищена маса із другого ступеня подається на повторне очищення на перший ступінь. Відходи другого ступеня збираються в жолобі, та поступають на третій ступінь очищення. Відходи третього ступеня надходять у відвал, а очищена маса – на повторне очищення на другий ступінь. Очищена маса поступає на змішувальний насос №2 (10), де

					Пояснювальна записка	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

розбавляється, а потім надходить на вузловловлювач (11), який очищує масу від частинок, що мають більші розміри, ніж розміри окремих розмелених волокон. Маса подається у верхню частину вузловловлювача через тангенціальна розміщений штуцер під тиском 0,3 кПа. Під дією відцентрової сили важкі включення відкидаються до зовнішньої сітки корпусу, опускаються вниз у жолоб важких відходів. Маса, очищена від важких включень, під дією напору і лопатей ротора проходить через отвори сит і виходить з апарату через загальний штуцер. Відходи, що не пройшли через сито, опускаються вниз і видаляються через спеціальний штуцер із засувкою на плоску вібраційну сортувалку(12).

Очищена та відсортована маса подається в напірний ящик (13) закритого типу, а потім на сітку ПРМ. Для рівномірного розподілу маси на початку сіткового столу, регулювання процесу зневоднення полотна, після грудного валу (14) встановлена формувальна дошка (15), гідропланки (16), відсмоктувальні ящики (17), відсмоктувальні ящики типу Ротобельт (18). Паперове полотно після гауч-вала (19) з сухістю 20%. Після сіткового столу маса надходить у пресову частину ПРМ «Юні пресс» за допомогою пік-ап валу (20), який виконує функцію передачі волокна в пресову частину так і пресування, другий відсмоктувальний пресувальний вал включає в себе гумове перфуроване сукно(21) і третій гладкий вал (22), та звичайний прямий прес (23). Сухість після пресової частини становить 42 %.

Сушильна частина (24) складається із циліндрів, що нагріваються зсередини парою (контактний спосіб) і розташованих компактно в два яруси в шаховому порядку. Сушіння відбувається в наслідок контакту вологого полотна з нагрітою поверхнею сушильного циліндра. Сушильна частина має 10 сушильних циліндрів та два холодильний циліндри, сукноведучі валики та сукносушильні циліндри по 2 в 1 групі, механізми заправки полотна, натягу і правки сукон та інше допоміжне обладнання. Після сушіння паперове полотно має температуру близько 70 - 90 °С, тому після гарячих циліндрів полотно охолоджується на холодильних циліндрах до 30 - 50 °С. Холодильні циліндри розташовані під одним сукном у останній

					Пояснювальна записка	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

секції з сушильними циліндрами. Внаслідок цього відбувається часткове зволоження полотна, завдяки чому полотно набуває еластичності.

Потім полотно поступає на машинний каландр (26) де набуває остаточної гладкості. Машинне оброблення паперу відбувається на накаті (27), на поздовжньо-різальний верстаті (28), і на пакувальному станок (29), а далі надходить на склад готової продукції.

Мокрий брак із пресів і гауч-вала надходить у гауч-мішалку (30), звідки через згущувач (31) подається в басейн оборотного браку (32). У цей же басейн надходить маса з гідророзбивача сухого браку (33), що пройшла через пульсаційний млин (34), а також волокно, уловлене з надлишкової води на дисковому фільтрі (36).

З басейну оборотного браку маса подається в композиційний басейн (6). Вся оборотна вода поступає в бак-збірник оборотної води (35), який складається із збірника реєстрової води, збірника смоктунової води та збірника надлишкової води.

Вода з реєстрової частини ПРМ надходить у бак збірник реєстрової води. Сюди ж надходить оборотна вода з вібраційної сортувалки. Воду з цього збірника повторно використовують при розведенні маси в змішувальних насосах та при розведенні оборотного баку в гідророзбивачі сухого баку.

У бак збірник смоктунових води надходить вода зі згущувача та зі підсіткової ванни. Вода з цього збірника використовується для розбавлення баку в гауч-мішалці та центроклінкерах.

Вода зі збірника надлишкової води поступає на прояснення в басейн оборотного баку, а прояснена вода - в бак-збірник проясненої води (37). Прояснена вода подається в гідророзбивачі целюлози, на вібраційну сортувалку та спорски сітки.

					Пояснювальна записка	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

## 2.3 Теоретичні відомості про основні процеси виробництва

### 2.3.1 Теорія процесу розмелювання

Розмелювання є однією з найважливіших технологічних операцій, яке зумовлює властивості продукції. На цьому процесі витрачається найбільше енергії в паперовому виробництві (60 ... 70%). Папір або картон, які отримали з високоміцних, але не розмелених рослинних волокон, мають дуже низьку міцність, високу пористість, нерівномірну структуру і для вживання, як правило, непридатні. Не розмелені волокна погано дисперговані, тому папір буде мати слабкі міжволокневі зв'язки [2].

Метою розмелювання є механічна обробка волокна в присутності води для підготовки до впливу паперового полотна.

У процесі розмелювання з волокном відбувається наступне:

- волокна укорочуються внаслідок попадання між ножами ротора і статора;
- волокна розщеплюються в поздовжньому напрямку, тобто йде процес фібрилювання;
- волокна набухають у водному середовищі, зв'язок між фібрилами послаблюється, волокна легше розщеплюються, тобто відбувається розщеплення волокна [2].

Автор сучасної теорії розмелювання, проф. Я.Г. Хінчін (1941 р.), висловив припущення про звільнення гідроксильних груп молекули целюлози і участь їх в утворенні водневого зв'язку в готовому папері, тому сучасна теорія є теорією водневого зв'язку [2].

Водневий зв'язок – це вид міжмолекулярної взаємодії між атомами водню однієї гідроксильної групи і кисню другої гідроксильної групи, на відстані  $(2,55 \div 2,75) \cdot 10^{-10}$  м. Енергія одного водневого зв'язку приблизно 33 кДж / моль, але оскільки водневих зв'язків багато, то забезпечується хороша міцність паперу [2].

					Пояснювальна записка	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

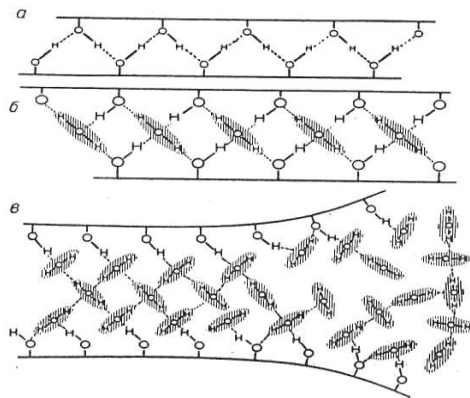


Рисунок – 2.2: Схема водневого зв'язку між двома сусідніми молекулами целюлози: а) в сухому волокні; б) вологий стан; в) в суспензії

Сучасна теорія дозволяє правильно пояснити багато властивостей паперу, а також деякі явища пов'язані з процесом їх виготовлення. При потрапленні води на папір водневі зв'язки руйнуються і міцність паперу зменшується. Зменшення міцності паперу при введенні в його композицію мінеральних наповнювачів та інших інертних речовин пояснюється тим, що вони, розміщуючись між волокнами, перешкоджають утворенню міжволоконного водневого зв'язку. Проте їх міцність може бути збільшена за рахунок тих добавок, які здатні утворювати водневий зв'язок з гідроксильними групами целюлози. До таких добавок відносяться КМЦ, крохмаль [2].

Фактори, що впливають на процес розмелювання:

1. Вплив температури волокнистої маси [2].

Підвищення температури маси негативно впливає на тривалість розмелювання і фізико-механічні властивості паперу. Вплив температури на розмелювання пояснюється тим, що однією з найважливіших умов, для хорошої фібриляції волокна, є їх набухання. Цей процес екзотермічний, а значить, для поліпшення фібрилювання із системи необхідно відводити тепло.

2. Концентрація маси [2].

Зменшення концентрації маси при розмелюванні призводить до зменшення товщини волокнистого прошарку між ножами ротора і статора. Тому волокна

піддаються в основному різальній дії ножів, при цьому вони укорочуються і менше фібрилюються [2].

### 3. Гідрофільні добавки [2].

При додаванні їх в масу перед розмелюванням, вони всмоктуються на волокні і тим самим сприяють кращому набухання волокна і при розмелюванні волокон набувають гнучкості і еластичності. До таких добавок відносяться: крохмаль, поліакриламід, полівініловий спирт, сечовина, КМЦ. При використанні цих добавок можна знизити витрату електроенергії на розмелювання [2].

### 4. Вплив гарнітури [2].

Характеризується гарнітура, за так званою розмелювальною здатністю, тобто по відношенню поверхні площі ножів до загальної площі гарнітури. Якщо це співвідношення становить 65–70%, то розмелювання йде в напрямку фібрилювання. При 55% співвідношенні відбувається фібрилювання і укорочення, при 30% співвідношенні, тільки вкорочення [2].

Науково-дослідними роботами встановлено найбільш оптимальні розміри ножів гарнітур для отримання маси жирного помолу, гарнітура повинна мати ножі з наступною характеристикою: товщина - 4,8 мм, ширина канавки - 3,2 мм, висота - 4,8 мм. Для отримання маси садкого помолу: товщина ножів - 3,2 мм, ширина канавки - 6,4 мм, висота ножа - 4,8 мм. Для отримання масових видів паперу ножі мають розміри: висота - 4,8 мм, товщина - 4,8 мм, ширина канавки - 4,8 мм [2].

### 5. Вплив рН середовища

Найбільший ступінь набухання волокна спостерігається при  $\text{pH} = 9 \div 11$ . При подальшому підвищенні рН спостерігається пожовтіння целюлози за рахунок лужної деструкції [2].

### 6. Вплив міжножового зазору

Одним з найважливіших факторів розмелювання є зазор між ножами ротора і статора. При розмелюванні маси при низьких концентраціях (3,5 - 5%) міжножовий зазор складає: 0,6-0,8 мм (фібрилювання); 0,3-5 мм - звичайне розмелювання (фібрилювання + вкорочення); 0,1-0,2 мм-вкорочення волокна.

### 7. Вплив окружної швидкості ротора

					Пояснювальна записка	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

З підвищенням окружної швидкості ротора зростає гнучкість і пластичність волокон, збільшується питома поверхня волокна. Все це сприятливо позначається на паперотворчих властивостях та якісних показниках паперу [2].

При окружній швидкості 30 м/с концентрація становить 5%, при 50 м/с – 7%. Оптимальною вважається швидкість дискових млинів 25–100 м/с. Для конічних млинів до 22 м/с.

#### 8. Вплив природи волокна

Різні волокна мають різну морфологічну структуру, з цієї причини по-різному розмелюються. Хвойні волокна довгі і мають стрічкову структуру, а листяні – короткі і трубчасті. Стрічкові волокна краще нависають на крайках ножів при розмелюванні, тому швидше набухають і краще фібрилюються. В даний час в композиції паперу, як правило, використовується листяна і хвойна целюлоза в різному співвідношенні. Сучасні технологічні схеми передбачають роздільну схему підготовки листяних і хвойних напівфабрикатів. Також необхідно пам'ятати, що сульфатна целюлоза розмелюється довше, ніж сульфітна [3].

#### 2.3.2 Сушіння паперового полотна контактним – конвективним способом

У процесі сушіння відбувається не тільки остаточне зневоднювання паперового полотна шляхом випаровування з нього води, але такі процеси, що визначають якість готової продукції, але також багато в чому залежить від режиму сушіння. По мірі видалення води з вологого полотна відбувається подальше зближення волокон за рахунок поверхневого його натягу з утворенням міжволоконних водневих зв'язків, від кількості яких залежить його щільність і міцність. Тому від температурного режиму сушіння сильно залежать властивості паперу [3].

З усіх відомих методів сушіння паперу найбільш поширився контактний спосіб. При контактному методі сушіння тепло передається вологому полотну від поверхні сушильного циліндра, що нагрівається з середини гострою паром. Цей спосіб, ефективніший, у порівнянні з іншими, тому що має ряд переваг, до яких

					Пояснювальна записка	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

варто віднести економічність і високу якість полотна; відсутність жолоблення і гладкість його поверхні. Головні фактори контактного сушіння – температура товщина паперу і гріючої поверхні. При контактному сушінні температура шарів паперу поступово зменшується від контактного шару до відкритої поверхні. Процес контактного сушіння протікає в декілька етапів: період підігріву, перший період з постійною швидкістю і другий період з падаючою швидкістю. Період підігріву паперу займає досить мало часу і не супроводжується значною зміною вологи. Перший період сушіння простягається від вологості 17–45%. Характер зміни швидкості сушіння і температури паперу при контактному сушінні визначається характером зв'язків води з матеріалом. В першому періоді видаляється вільна волога, в другому - гігроскопічна. Процес видалення вологи при низьких температурах контактного сушіння аналогічний випаровуванню вологи з вільної поверхні в навколишнє середовище через граничний шар, що розташований біля поверхні випаровування. В цьому випадку тепло від гріючої поверхні до поверхні випаровування передається через шар матеріалу завдяки його теплопровідності.

При конвективному сушінні тепло передається від джерела теплової енергії до поверхні матеріалу, що піддається сушінню за допомогою теплоносія. Як теплоносії використовують повітря, димові гази, інертні гази, перегріту пару [3].

Фізична сутність процесу зводиться до видалення вологи з матеріалу за рахунок різниці парціальних тисків над матеріалом  $p_n^m$  та в навколишньому середовищі  $p_n^c$ . Процес сушіння відбувається за умови  $p_n^m > p_n^c$ . При вирівнюванні цих парціальних тисків настає рівновага і процес сушіння припиняється. Видалення вологи з поверхні тісно пов'язане з дифузією вологи всередині матеріалу до його поверхні. Ці два процеси повинні перебувати у строгій відповідності, в іншому випадку можливе пересихання, жолоблення поверхні матеріалу та погіршення його якості [3].

Таким чином, при конвективному сушінні волога переміщується до поверхні за рахунок градієнта вологості, градієнт температури дещо гальмує цей

					Пояснювальна записка	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24



процес. За рахунок різниці температур на поверхні і всередині матеріалу відбувається рух вологи досередини, у напрямку зниження температури [3].

Рівноважна вологість, а значить і перебіг процесу конвективного сушіння залежать від властивостей матеріалу, що підлягає сушінню, характеру зв'язку з ним вологи і параметрів навколишнього середовища [3].

Основні чинники, що впливають на процес сушіння

На процес сушіння паперу впливають багато чинників, серед яких найважливішими є температура поверхні сушильних циліндрів, швидкість машини, властивості навколишнього повітря, загальний коефіцієнт теплопередачі від **пари** до висушуваного полотна, властивості полотна, маса його 1 м<sup>2</sup>, композиція і ступінь млива волокна, конструктивні особливості сушильної частини машини і її стан, вид сукон або сіток, їхній натяг, вологість, температура та інші чинники [2].

**Температура поверхні сушильних циліндрів** знаходиться в прямій залежності від температури гріючої пари. Для обігріву сушильних циліндрів застосовується, в основному, насичена водяна пара тиском до 0,35МПа з температурою близько 140°C, що уже використовувалася в парових турбінах. Температура зовнішньої поверхні сушильних циліндрів зазвичай на 10 ... 20°C нижча, ніж температура пари, висушуваного полотна - на 15 ... 40 °C менша, ніж температура стінки циліндра [2].

Зі збільшенням **швидкості машини** інтенсивність процесу сушіння зростає за рахунок підвищення інтенсивності обдування полотна навколишнім теплим повітрям. Це призводить до вирівнювання вологості полотна по його товщині, що також сприяє поліпшенню теплопередачі від стінки циліндра до полотна [2].

**Властивості навколишнього повітря** особливо впливають на ділянках вільного ходу полотна паперу (конвективне сушіння), де видаляється до 20 ... 30 % вологи. Для першого періоду сушіння, який займає 50 ... 60 % від загальної тривалості процесу, коли видаляється вільна волога з полотна, швидкість випаровування води визначається в основному різницею вологомісткості насиченої водяної пари при температурі сушіння та у навколишньому повітрі. Для

					Пояснювальна записка	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

другого періоду сушіння, коли з полотна видаляється зв'язана волога, зазначене рівняння неприйнятне, тому що відносна вологість повітря тут все ще відіграє важливу роль, і якщо воно буде насичене водяною парою, то одержати полотно з сухістю меншою, ніж його рівноважна вологість, не можливо [2].

#### *Загальний коефіцієнт теплопередачі від пари до полотна.*

Теплопровідність повітря в 1600–1900 разів нижча, ніж теплопровідність стінки сушильного циліндра [2].

Наявність на внутрішній поверхні стінки циліндра різного роду забруднень - іржі, накипу, олії та інших речовин, що володіють низькою теплопровідністю, також знижує загальний коефіцієнт теплопередачі. Накопичення конденсату в сушильних циліндрах призводить до різкого погіршення теплопередачі від пари до стінки циліндра, викликає зниження його температури і погіршення процесу сушіння. Для гарного видалення конденсату необхідно підтримувати в справному стані конденсатовідвідний пристрій сушильних циліндрів і мати перепад тиску між паровими групами не менше 0,03 МПа [2].

Найбільший вплив на загальний коефіцієнт теплопередачі і на швидкість процесу сушіння має коефіцієнт теплопередачі від зовнішньої поверхні стінки циліндра до полотна паперу і картону [2].

Фізико-хімічні властивості полотна паперу значно впливають на процес його сушіння на машині, особливо в період видалення зв'язаної вологи. З усіх властивостей полотна найбільший вплив мають такі його показники, як товщина і маса  $1 \text{ м}^2$ , вид волокна і ступінь його млива, наявність наповнювачів та інших добавок. З підвищенням товщини полотна погіршуються умови теплопередачі, крім того зростає опір проходженню пари з контактного шару до зовнішньої поверхні. З підвищенням ступеня млива волокна на його поверхні збільшується число вільних гідроксильних груп, що міцно утримують воду за допомогою водневого зв'язку [2].

Процес сушіння іде інтенсивніше, якщо над окремими сушильними циліндрами є ковпаки швидкісного сушіння, у яких полотно піддається одночасно контактному і конвективному сушінню.

					Пояснювальна записка	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

## Вплив процесу сушіння на властивості паперу і картону

Під час сушіння з видаленням вільної вологи з полотна і досягненні його сухості 60–70 % починає відбуватися помітна усадка полотна у всіх напрямках завдяки силам поверхневого натягу води, що випаровується (до 200 МПа). Ці сили не тільки зближують волокна, вони орієнтують і упорядковують розташування ОН - груп на поверхнях волокон, що примикають один до одного, з утворенням міжволоконного водневого зв'язку, у якому може брати участь 0,5–2% усіх ОН-груп. З підвищенням температури сушіння процес усадки зменшується, тому що при цьому послаблюються сили поверхневого натягу води, які сприяють зближенню волокон, знижується тривалість їхньої дії, а крім того інтенсивне випаровування вологи з полотна сприяє розпушенню його структури [3].

Таким чином, у процесі сушіння паперу багато їхніх властивостей можна змінювати у визначених межах шляхом регулювання температурного режиму сушіння і натягу полотна. Отже, для кожного виду продукції існує суворо визначений температурний режим сушіння, якого потрібно ретельно дотримуватися [3].

					Пояснювальна записка	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27



### 3.2 Дані для розрахунку матеріального балансу води і волокна

В табл. 3.1 наведені дані для розрахунку матеріального балансу води і волокна.

Таблиця 3.1 – Дані для розрахунку матеріального балансу води і волокна

Найменування статей	Вихідні данні		
	Джерело [3]	Джерело [4]	Приймаємо до розрахунку
<b>1. Масова частина волокна на різних стадіях виробництва, %</b>			
На накаті	94,0	94,0-96,0	96,0
Після пресів	42,0	38,0-42,0	42,0
Після гауч-вала	20,0	18,0-20,0	19,50
Після відсмоктувальних ящиків «Ротобельт»	18,0	17,0-19,0	17,0
Після відсмоктувальних ящиків	10,0	10,0-12,0	12,0
Після реєстрової частини	2,8	2,5-3,8	3,5
В напірному ящику	0,5	0,5-0,65	0,60
В баці постійного рівня	3,2	3,2-3,5	3,5
В композиційному басейні	3,2	3,2-3,5	3,5
В машинному басейні	3,2	3,2-3,5	3,5
В басейні оборотного браку	3,2	3,2-3,5	3,5
Скоп після дискового фільтра	3,2	3,2-3,5	3,5
Згущувач	3,2	3,2-3,5	3,5
Гідророзбивач сухого браку	3,2	3,2-3,5	3,5
Гідророзбивач хвойної целюлози	3,2	3,2-3,5	3,5
Гауч мішалка	1,0	0,8-1,0	0,8
Басейн оборотного браку	3,2	3,2-3,5	3,5
Після селективфайєра	0,5	0,5-0,65	0,6
Після центриклинерів 1 ступеня	0,63	0,67-0,71	0,67
Після центриклинерів 2 ступеня	0,40	0,40-0,43	0,4
<b>2. Масова частка волокна у вихідних водах, %</b>			
Регістрова вода	0.18	0,17-0,20	0,18

Підсіткові води	0,003	0,004	0,003
Відсмоктувальних ящиків	0,10	0,10-0,12	0,10
Пресові води	0,10	0,10	0,10
Від промивання сітки	0,005	0,003	0,004
Від промивання сукон	0,0012	0,001	0,001
Прояснених вод після дискового фільтра	0,0015	0,001	0,001
Від плоскої сортувалки	0,60	0,38-0,62	0,20
Згущувача мокрого браку	0,05	0,03-0,04	0,05
<b>3. Витрата свіжої та надлишкової води, л/т папкору</b>			
Свіжа вода на промивання сітки	10000,0	15000,0	15000,0
Свіжа вода на спорски і відсічки відсмоктувальних ящиків	6000,0	8500,0	8500,0
Свіжа вода на промивання сукон	5000,0	7000,0	7000,0
Свіжа вода на відсічки на гауч-валі	2000,0	3000,0	3000,0
Надлишкова вода на сортувалку	350,0	900,0	500,0
<b>4. Кількість браку, % від маси паперу</b>			
В процесі оброблення паперу	2,0	1,5	1,5
На накаті	3,0	2,5	2,0
В процесі сушіння паперу	2,0	2,0	2,0
Мокрий брак	3,0	2,0	2,0
Після гауч-валу	2,0	1,5	1,5
<b>5. Композиція паперу, %</b>			
Целюлоза хвойна не вибілена	100	100	100
<b>6. Масова доля відходів сортування, %</b>			
Відходи селектифаєра	0,8	0,7-1,0	1,0
Центриклинерів 1 ступеня	1,2	1,11	1,1
Центриклинерів 2 ступеня	0,75	0,7	0,7
Центриклинерів 3 ступеня	0,60	0,72	0,6
Відходи плоскої сортувалки	0,2	0,4	1,0
<b>7. Сухість початкова напівфабрикатів, %</b>			
Хвойна целюлоза	88,0	88,0	88,0
<b>8. Масова частка відходів сортування, % (кг/т)</b>			
Центриклинерів 1 ступеня	4,5 %	5,0 %	4,5%
Центриклинерів 3 ступеня	1,0 кг	1,5 кг	1,0кг

### 3.3 Розрахунок матеріального балансу води і волокна

Розрахунок матеріального балансу води і волокна проводимо, прив'язуючись до блоків і водопотоків згідно блок-схеми, наведеної на рис. 1.

Склад готової продукції. На склад поступає 1000 кг паперу із заданою сухістю 96,0 %.

Отже, в ньому міститься: абсолютно-сухого волокна  $1000 \cdot 0,96 = 960$  кг, води  $1000 - 960 = 40$  кг.

Повздовжно-різальний верстат (ПРВ). З урахуванням 1,5 % браку, що утворюється під час оброблення паперу ( $1000 \cdot 0,015 = 15$  кг) та надходить до гідророзбивача сухого браку, на ПРВ повинно поступити  $1000 + 15 = 1015$  кг. В папері, що проходить через ПРВ міститься:

абсолютно-сухого волокна  $1015 \cdot 0,960 = 974,40$  кг,

води  $1015 - 974,40 = 40,60$  кг.

Накат. З урахуванням 2 % браку, що утворюється під час намотування паперу ( $1000 \cdot 0,02 = 20$  кг) та надходить до гідророзбивача сухого браку, на накат повинно надійти  $1015 + 20 = 1035$  кг п/с паперу.

З урахуванням вологи, в папері, що проходить через накат, міститься:

абсолютно-сухого волокна  $1035 \cdot 0,96 = 993,60$  кг,

води  $1035 - 993,60 = 41,40$  кг.

#### Сушильна частина

Для визначення кількості маси, що поступає в сушильну частину та кількості води, що випаровується в процесі сушіння паперу, складемо схему потоків в процесі сушіння:



	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Після пресів	2411,43	42,00	1012,80	1398,63
<b>Надійшло (всього)</b>	<b>2411,43</b>		<b>1012,80</b>	<b>1398,63</b>
На накат	1035,00	96,0	993,60	41,40
Втрати пари	1356,43		0,00	1356,43
В гідророзбивач сухого браку	20,00	96,0	19,20	0,80
<b>Відходить (всього)</b>	<b>2411,43</b>		<b>1012,80</b>	<b>1398,63</b>

Пресова частина

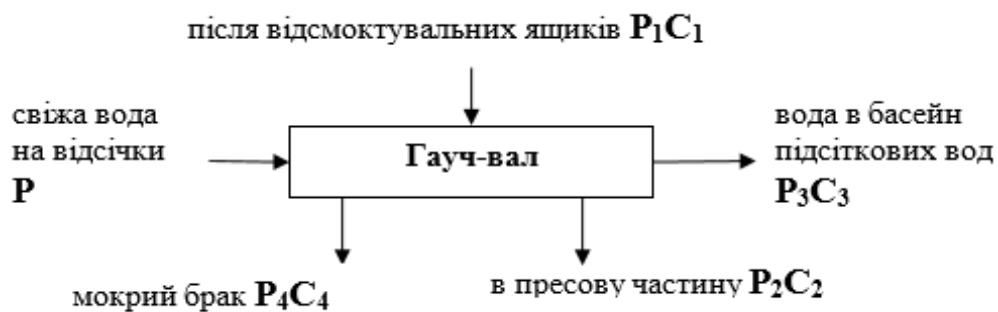
свіжа вода для промивання сукон  $P$  з гауч-преса  $P_1C_1$



	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Після гауч-вала	5251,75	19,50	1024,09	4227,65
Свіжа вода для промивання сукон	7000,00	0,00	0,00	7000
<b>Надійшло (всього)</b>	<b>12251,75</b>		<b>1024,09</b>	<b>11227,65</b>
На сушіння	2411,43	42,00	1012,80	1398,63
Пресові води	2820,32	0,10	2,82	2817,5
Води від промивання сукон	7000	0,001	0,07	6999,63
В гауч-мішалку мокрого браку	20,00	42,00	8,40	11,60
<b>Відходить (всього)</b>	<b>12251,75</b>		<b>1024,09</b>	<b>11227,65</b>



### Гауч-вал



	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Після відсмоктувальних ящиків	8560,03	12,00	1027,20	7532,83
Свіжа вода на відсічки	3000,00	0,00	0,00	3000,00
<b>Надійшло (всього)</b>	<b>11560,03</b>		<b>1027,20</b>	<b>10532,83</b>
У пресову частину	52551,75	19,5	1024,09	4227,65
Води з гауч-вала	6293,29	0,0030	0,19	6293,10
В гауч-мішалку мокрого браку	15,0	19,5	2,92	12,08
<b>Відходить (всього)</b>	<b>11560,03</b>		<b>1027,20</b>	<b>10532,83</b>

### Відсмоктувальні ящики



	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Після реєстр. частини	30210,12	3,5	1057,35	29152,77
Свіжа вода на відсічки	8500	0,00	0,00	8500,00
<b>Надійшло (всього)</b>	<b>38710,12</b>		<b>1057,35</b>	<b>37652,77</b>

На гауч-вал	8560,03	12	1027,20	7532,83
Підсіткові води	30150,09	0,10	30,15	30119,94
<b>Відходить (всього)</b>	<b>38710,12</b>		<b>1057,35</b>	<b>37652,77</b>

Регістрова частина



Для перевірки правильності проведених розрахунків надаємо їх в такому вигляді:

	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Після напірного ящика	238946,66	0,6	1433,68	237512,98
Свіжа вода на промивання сітки	15000,00	0,00	0,00	15000,00
<b>Надійшло (всього)</b>	<b>253946,66</b>		<b>1433,68</b>	<b>252512,98</b>
На відсмоктувальні ящики	30210,12	3,5	1057,35	29152,77
Регістрові води	208736,54	0,1800	375,73	208360,82
Підсіткові води	15000,00	0,0040	0,60	14999,40
<b>Відходить (всього)</b>	<b>253946,66</b>		<b>1433,68</b>	<b>252512,98</b>

### Напірний ящик



$P_1$  - кількість маси, що надходить в напірний ящик, кг;

$P_2$  - кількість маси, що поступає в реєстрову частину, кг.

$C_1, C_2$  - відсоток волокна у відповідних потоках, %.

$P_1 = 238946,66$  кг;  $C_1 = 0,6$  %.

Зважаючи на те, що в напірному ящику не відбувається зміни потоків маси та їх концентрації, можна записати, що:

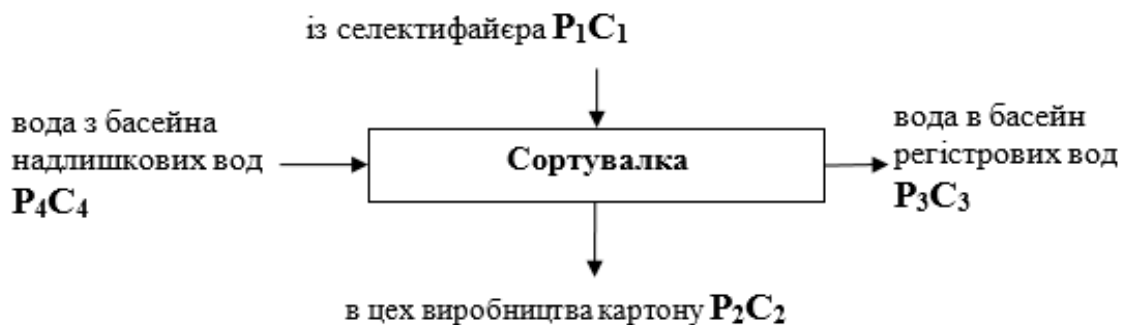
$P_3 = 238946,66$  кг;  $C_3 = 0,6$  %.

### Селективфайєр



	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Після змішувального насоса №1	241336,13	0,6040	1457,57	239878,56
<b>Надійшло (всього)</b>	<b>241336,13</b>		<b>1457,57</b>	<b>239878,56</b>
На напірний ящик	238946,66	0,600	1433,68	237512,98
На плоску сортувалку	2398,47	1,000	23,89	2365,57
<b>Відходить (всього)</b>	<b>241336,13</b>		<b>1457,57</b>	<b>239878,56</b>

### Сортувалка



	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
З басейна надлишкових вод	500,00	0,0618	0,31	499,69
Після селективфайєра	2389,47	1,0000	23,89	2365,57
<b>Надійшло (всього)</b>	<b>2889,47</b>		<b>24,20</b>	<b>2865,26</b>
В басейн реєстрових вод	572,07	0,1800	1,03	571,04
В цех виробництва картону	2317,4	1,0000	23,17	2294,23
<b>Відходить (всього)</b>	<b>2889,47</b>		<b>24,20</b>	<b>2865,26</b>

### Змішувальний насос №1



	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Рєгїстова вода	44572,74	0,1800	80,23	44492,51

Після центриклинерів I

ступеня	196763,39	0,7000	1377,34	195386,04
---------	-----------	--------	---------	-----------

<b>Надійшло (всього)</b>	<b>241336,13</b>		<b>1457,57</b>	<b>239878,56</b>
--------------------------	------------------	--	----------------	------------------

На селективфайер	241336,13	0,6040	1457,57	239878,56
------------------	-----------	--------	---------	-----------

<b>Відходить (всього)</b>	<b>241336,13</b>		<b>1457,57</b>	<b>239878,56</b>
---------------------------	------------------	--	----------------	------------------

Центриклинери I ступеня

із змішувального насоса №2 P<sub>1</sub>C<sub>1</sub>



	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Після змішувального насоса №2	212717,17	0,7300	15052,84	21164,34

<b>Надійшло (всього)</b>	<b>212717,17</b>		<b>1377,34</b>	<b>21164,34</b>
--------------------------	------------------	--	----------------	-----------------

У змішувальний насос

№1	196763,39	0,7000	1377,34	195386,04
----	-----------	--------	---------	-----------

На центриклинери II і III

ступеня	15953,79	1,1000	175,49	15778,30
---------	----------	--------	--------	----------

<b>Відходить (всього)</b>	<b>212717,17</b>		<b>1552,84</b>	<b>211164,34</b>
---------------------------	------------------	--	----------------	------------------

### Центриклинери II і III ступеня



	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Після центриклинерів I ступеня	15953,79	1,1000	175,49	15778,30
Надлишкова вода в жолоб I і II	32901,98	0,0618	20,34	32881,65
<b>Надійшло (всього)</b>	<b>48855,77</b>		<b>195,83</b>	<b>48659,94</b>
У змішувальний насос №2	48705,77	0,4000	194,82	48510,95
Відходи у відвал	150,00	0,6700	1,01	149,00
<b>Відходить (всього)</b>	<b>48855,77</b>		<b>195,83</b>	<b>48659,94</b>

### Змішувальний насос № 2



	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Регістова вода	131999,61	0,1800	237,60	131762,01

3 центриклинерів II	48705,77			
ступеня		0,4000	194,82	48510,95
3 бака постійного рівня	32011,80	3,5000	1120,41	30891,39

<b>Надійшло (всього)</b>	<b>212717,17</b>		<b>1552,84</b>	<b>211164,34</b>
--------------------------	------------------	--	----------------	------------------

На центриклинери I				
ступеня	212717,17	0,7300	1552,84	211164,34

<b>Відходить (всього)</b>	<b>212717,17</b>		<b>1552,84</b>	<b>211164,34</b>
---------------------------	------------------	--	----------------	------------------

### Бак постійного рівня

з машинного басейна  $P_1 C_1$



в змішувальний насос №2  $P_2 C_2$

$P_1$  - кількість маси, що надходить з машинного басейна в бак постійного рівня, кг;

$P_2$  - кількість маси, що поступає у змішувальний насос №2, кг.

$C_1, C_2$  - відсоток волокна у відповідних потоках, %.

$P_2 = 32011,80$  кг;  $C_2 = 3,5$  %.

Зважаючи на те, що в баці постійного рівня не відбувається зміни потоків маси та їх концентрації, можна записати, що:

$P_1 = 32011,80$   $C_1 = 3,5$  %.

### Машинний басейн

					Пояснювальна записка	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39



$P_1$  - кількість маси, що надходить з композиційного басейна, кг;

$P_2$  - кількість маси, що поступає в бак постійного рівня, кг.

$C_1, C_2$  - відсоток волокна у відповідних потоках, %.

$P_2 = 32011,80$  кг;  $C_2 = 3,5$  %.

Зважаючи на те, що в машинному басейні не відбувається зміни потоків маси та їх концентрації, можна записати, що:

$P_1 = 32011,80$   $C_1 = 3,5$  %.

### Розрахунок блоків перероблення сухого та мокрого браку

#### Гідророзбивач сухого браку



	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
З ПРВ	15,00	96,00	14,40	0,60
З накату	20,00	96,00	19,20	0,80
З сушіння	20,00	96,00	19,20	0,80
З басейну реєстрових вод	1532,38	0,1800	2,76	1529,62
<b>Надійшло (всього)</b>	<b>1587,38</b>		<b>55,56</b>	<b>1531,82</b>



В басейн оборотного браку	1587,38	3,5000	55,56	1531,82
<b>Відходить (всього)</b>	<b>1587,38</b>		<b>55,56</b>	<b>1531,82</b>

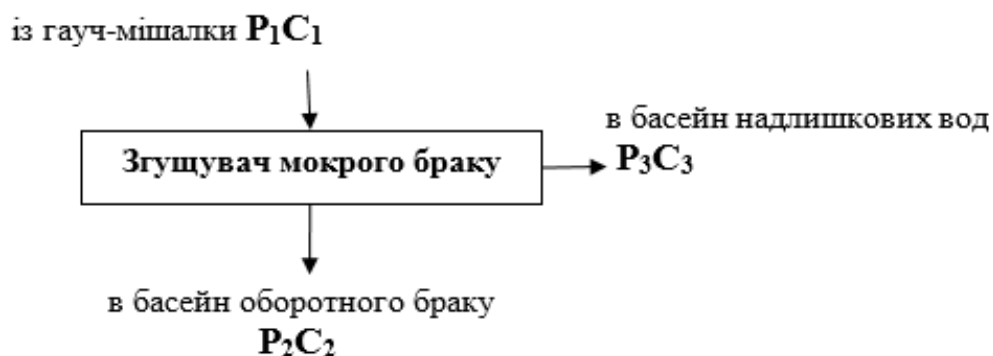
Гауч-мішалка мокрого браку



	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
З пресової частини	20,00	42,00	8,40	11,60
З гауч-вала	15,00	19,50	2,93	12,08
З басейну реєстрових вод	1781,45	0,1800	3,21	1778,25
<b>Надійшло (всього)</b>	<b>1816,45</b>		<b>14,53</b>	<b>1801,92</b>

На згущення мокрого браку	1816,45	0,8000	14,53	1801,92
<b>Відходить (всього)</b>	<b>1816,45</b>	42,00	<b>14,53</b>	<b>1801,92</b>

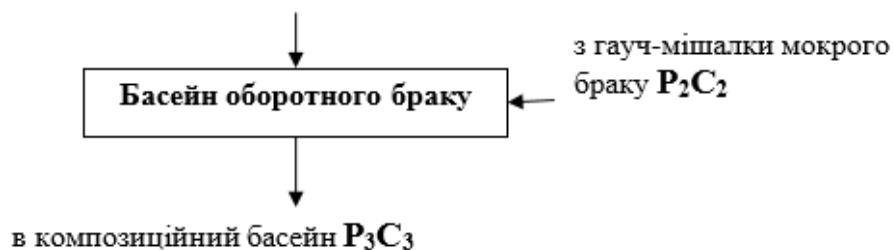
Згущувач мокрого браку



	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Після гауч-мішалки мокрого браку	1816,45	0,8000	14,53	1801,92
<b>Надійшло (всього)</b>	<b>1816,45</b>		<b>14,53</b>	<b>1801,92</b>
В басейн оборотного браку	394,88	3,5000	13,82	381,06
В басейн надлишкових вод	1421,57	0,0500	0,71	1420,86
<b>Відходить (всього)</b>	<b>1816,45</b>		<b>14,53</b>	<b>1801,92</b>

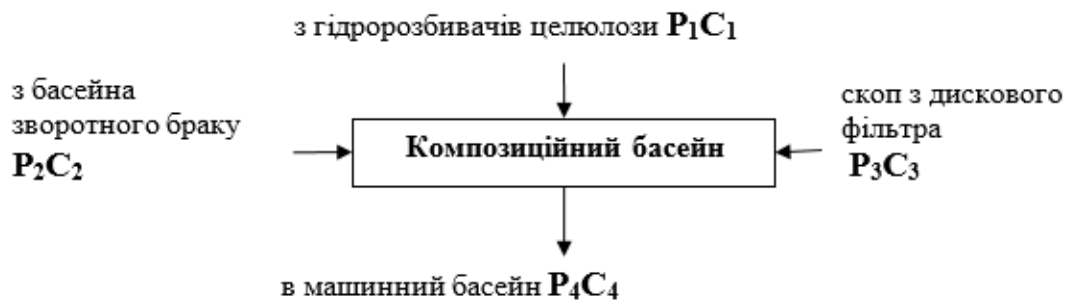
Басейн оборотного браку

із гідророзбивача сухого браку  $P_1C_1$



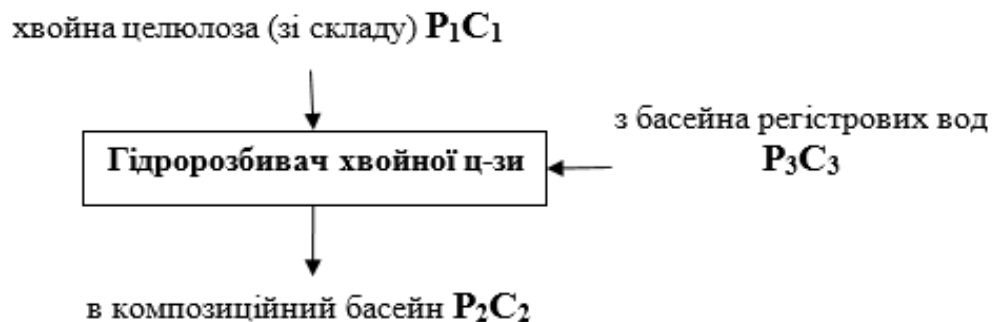
	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
З гідророзбивача сухого браку	1587,38	3,50	55,56	1531,82
З мішалки мокрого браку	394,88	3,50	13,82	381,06
<b>Надійшло (всього)</b>				
В композиційний басейн	<b>1982,26</b>		<b>69,38</b>	<b>1912,88</b>
<b>Відходить (всього)</b>	<b>1982,26</b>	<b>3,50</b>	<b>69,38</b>	<b>1912,88</b>

### Композиційний басейн



	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Із гідророзбивача хвойної целюлози	29676,54	3,5000	1038,68	28637,86
Із гідророзбивача листяної целюлози	0,00	3,5000	0,00	0,00
Із басейна оборотного браку	1982,26	3,5000	69,38	1912,88
Скоп з дискового фільтра	353,00	3,5000	12,36	340,65
<b>Надійшло (всього)</b>				
В машинний басейн	<b>32011,80</b>		<b>1120,41</b>	<b>30891,39</b>
<b>Відходить (всього)</b>	32011,80	3,5000	1120,41	30891,39

### Гідророзбивач хвойної целюлози



	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Хвойна целюлоза зі складу	1121,91	88,00	987,28	134,63
Вода з басейну реєстрових вод	28554,63	0,1800	51,40	28503,23
<b>Надійшло (всього)</b>	<b>29676,54</b>		<b>1038,68</b>	<b>28637,86</b>
В композиційний басейн	29676,54	3,50	1038,68	28637,86
<b>Відходить (всього)</b>	<b>29676,54</b>		<b>1038,68</b>	<b>28637,86</b>

Басейн реєстрових вод



	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
З реєстрової частини	208736,54	0,1800	375,73	208360,82
Від плоскої сортувалки	572,07	0,1800	1,03	571,04
<b>Надійшло (всього)</b>	<b>209308,61</b>		<b>376,76</b>	<b>208931,86</b>
На змішувальний насос №1	44572,74	0,1800	80,23	44492,51
На змішувальний насос №2	131999,60	0,1800	237,60	131762,01
На гідророзбивач хвоної целюлози	28554,63	0,1800	51,40	28503,23

На гідророзбивач				
сухого браку	1532,38	0,1800	2,76	1529,62
На мішалку мокрого				
браку	1781,45	0,1800	3,21	1778,25
В басейн надлишкових				
вод	867,80	0,1800	1,56	866,24

<b>Відходить</b>				
<b>(всього)</b>	<b>209308,61</b>		<b>376,76</b>	<b>208931,86</b>

Басейн смоктунових та підсіткових вод



$P_1 = 15000,00$  кг;  $P_4 = 15000$  кг.

$C_1 = 0,4$  %;  $C_4 = 0,4$  %;

$P_5 - ?$

Таким чином у водах що надходять після промивання сітки:

волокна  $15000,00 \cdot 0,4 / 100 = 0,6$  кг

води  $15000,00 - 0,6 = 14999,4$

					Пояснювальна записка	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

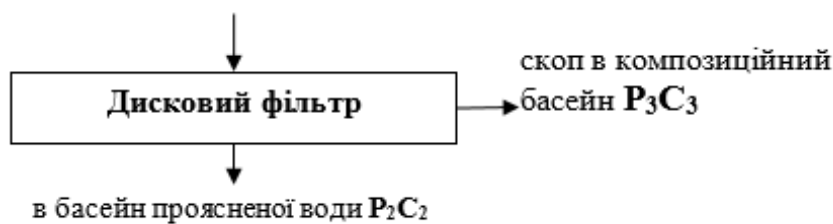
Басейн надлишкових вод



	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
З басейна реєстрових вод	867,80	0,1800	1,56	866,24
З басейна смоктунових підсіткових вод	15000,00	0,0040	0,60	14999,40
З басейну вод відсм. ящ.	30150,09	0,1000	30,15	30119,94
З гауч-вала	6293,29	0,0030	0,19	6293,10
Від згущувача мокрого браку	1421,57	0,0500	0,71	1420,86
<b>Надійшло (всього)</b>	<b>53732,75</b>		<b>33,21</b>	<b>53699,54</b>
В жолоб №1 і №2	32901,98	0,0618	20,34	32881,65
На сортувалку	500,00	0,0618	0,31	499,69
На дисковий фільтр	20330,77	0,0618	12,57	20318,20
<b>Відходить (всього)</b>	<b>53732,75</b>		<b>33,21</b>	<b>53699,54</b>

### Дисковий фільтр

із басейна надлишкових вод  $P_1C_1$



	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
З басейну надлишкових вод	20330,77	0,0618	12,57	20318,20
<b>Надійшло (всього)</b>	<b>20330,77</b>		<b>12,57</b>	<b>20318,20</b>
Скоп в композиційний басейн	353,33	3,50	12,37	340,96
В басейн освітлених вод	19977,44	0,0010	0,20	19977,24
<b>Відходить (всього)</b>	<b>20330,77</b>		<b>12,57</b>	<b>20318,20</b>

### Результати зведеного балансу води і волокна

В табл. 3.2 наведені результати зведеного балансу води і волокна.

Таблиця 3.2 – Результати зведеного балансу води і волокна

Волокно (абс.сух.),кг	Надходження	Витрата
Хвойна целюлоза (вибілена)	987,28	
<b>Всього:</b>	<b>987,28</b>	
Готова продукція		960,00
Відходи центриклинерів III ступеня		1,01
З пресовими водами		2,82
З водою після промивання сукон		0,07

На очисні споруди	0,20
	23,17
Відходи сортувалки (в цех виробництва картону)	960,00
<b>Всього:</b>	<b>987,27</b>

Вода, кг	Надходження	Витрата
З хвойною целюлозою	134,63	
З листяною целюлозою	0,00	
Свіжа вода на промивання сіток	15000,00	
Свіжа вода на відсічки відсмоктуючих ящиків	8 500,00	
Свіжа вода на промивання сукна	7 000,00	
Свіжа вода на відсічки в гаучі	3 000,00	
<b>Всього:</b>	<b>33 634,63</b>	
З готовою продукцією		40,00
З парою в процесі сушіння		1356,43
З відходами центриклинерів III ступеня		149,00
З пресовими водами		2817,50
Вода після промивання сукон		6999,93
На очисні споруди		19977,24
З відходами сортувалки (в цех виробництва картону)		2294,23
<b>Всього:</b>	<b>33634,31</b>	



Для розрахунку безповоротних втрат волокна потрібно врахувати всі його втрати для даного виробництва. В даному випадку вони становлять:

$$987,27 - 960,00 = 27,27 \text{ кг.}$$

В такому випадку вимої волокна (ВВ) становлять:

$$ВВ = \frac{27,27 \cdot 100}{987,27} = 2,8 \text{ \%}.$$

Якщо врахувати, що відходи центриклинерів 3 ступеня не відносяться до волокна, а відходи сортувалки будуть використані (в якості волокна) в межах комбінату (фабрики), наприклад в цеху виробництва картону, то величина безповоротних втрат волокна може бути зменшена, а саме:

$$987,27 - 960,00 - 1 - 23,17 = 3,1 \text{ кг.}$$

В цьому випадку вимої волокна (ВВ) становлять:

$$ВВ = \frac{3,1 \cdot 100}{987,27} = 0,31 \text{ \%}.$$

					Пояснювальна записка	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

### 3.4 Тепловий баланс

#### Вихідні дані:

Продуктивність, кг/год	$G =$	8402
Початкова вологість матеріалу, %	$W_1 =$	42
Кінцева вологість матеріалу, %	$W_2 =$	4
Початкова температура матеріалу, °C	$t_1 =$	20
Початкова температура повітря, °C	$\theta_1 =$	10
Початкова вологість повітря	$F_1 =$	0,5
Кінцева температура повітря, °C	$\theta_4 =$	80
Кінцева вологість повітря	$F_2 =$	0,9
Температура повітря після теплообмінника, °C	$\theta_2 =$	25
Температура гріючої пари, °C	$\theta_{\text{пари}} =$	130

#### Тепловий баланс контактного сушіння:

Прихід тепла	кДж/год
1. З парою, що надходить в сушильні циліндри	16167621,08
2. З парою, що надходить в калорифер	1564250,753
3. Тепло, використане в теплообміннику	924876,3657
<b>Разом:</b>	18656748,2
<b>Витрати тепла</b>	
1. На нагрівання матеріалу	1502161,71
2. На сушіння в 2-му та 3-му періодах	14263100,74
3. На втрати в навколишнє середовище	116856,6508
4. На втрати з невикористаним повітрям	92487,63657
5. На нагрівання повітря в теплообміннику	924876,3657
6. На втрати з повітрям, що відходить	1757265,095
<b>Разом:</b>	18656748,2

					Пояснювальна записка	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

### Результати розрахунку:

Витрати пари в сушильній частині, кг/год	$D_1 =$	7364,350333
Витрати пари в калориферах, кг/год	$D_2 =$	712,5161149
Спільні витрати пари, кг/год	$D =$	8076,866448
Витрати пари на 1 кг матеріалу, кг/год	$D_{уд} =$	0,961302838
Кількість повітря на сушіння, кг/год	$L =$	45967,95512
Кількість свіжого повітря, кг/год	$L_9 =$	50564,75063
Поверхня теплопередачі для нагрівання, $m^2$	$F_1 =$	19,07506934
Поверхня теплопередачі для сушіння, $m^2$	$F_{2,3} =$	231,0607162
Спільна поверхня теплопередачі, $m^2$	$F =$	250,1357855
Температура повітря на вході в сушильну частину, $^{\circ}C$	$\theta_3 =$	63,82615907
Т-ра матеріалу за сушіння з пост. швидкістю, $^{\circ}C$	$t_2 =$	60
Сер.т-ра матеріалу в 2-му та 3-му періодах, $^{\circ}C$	$t_4 =$	78,9
Середня температура матеріалу, $^{\circ}C$	$t_5 =$	40
Температура матеріалу після сушіння, $^{\circ}C$	$t_3 =$	113,55

## 4 ВИБІР ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ

### Папероробна машина

Для виробництва електроізоляційного паперу використовують машину марки Б-37

Технічна характеристика ПРМ:

- |                                 |      |
|---------------------------------|------|
| 1. Обрізна ширина полотна, мм   | 2520 |
| 2. Продуктивність, т/добу       | 3-30 |
| 3. Швидкість за приводом, м/хв. | 150  |

Розрахуємо продуктивність машини:

$$Q_{\text{год}} = 0,06 \times B_0 \times v \times q \times K_1 \times K_2$$

де 0,06 – коефіцієнт для переведення швидкості за часом (хвилини в години) та маси 1 м<sup>2</sup> паперу (грами в кілограми);

$B_0$  – обрізна ширина полотна паперу, м;

$v$  – швидкість машини, м/хв;

$q$  – маса 1 м<sup>2</sup> полотна, г/м<sup>2</sup>:

$K_1 = 0,90$  – коефіцієнт, що враховує холостий хід машини;

$K_2 = 0,95 - 0,98$  – коефіцієнт використання максимальної швидкості машини.

Розрахуємо годинну продуктивність папероробної машини:

$$Q_{\text{год}} = 0,06 \times 2,52 \times 100 \times 70 \times 0,9 \times 0,95 = 905 \text{ кг/год}$$

Тоді добова продуктивність машини становить:

$$Q_{\text{д}} = Q_{\text{год}} \times t_{\text{д}} = 905 \times 23 = 20815 \text{ кг/добу} \approx 20,8 \text{ т/добу}$$

де  $t_{\text{д}} = 23$  – кількість годин безперервної роботи машини за добу.

Тоді планова річна продуктивність становить:

$$PP = Q_{\text{д}} \times T_{\text{еф}} = 20,8 \times 345 = 7176 \text{ т/рік} \approx 7200 \text{ т/рік}$$

де  $T_{\text{еф}} = 345$  – кількість днів безперервної роботи машини за рік.

					Пояснювальна записка	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

Продуктивність целюлозного потоку:  $20,8 \times 0,65 = 13,5$  т/добу.

### Гідророзбивач

Для розпуску хвойної целюлози обираємо гідророзбивач типу ГРГн-6, що має наступні характеристики:

- місткість ванни – 6 м<sup>3</sup>;
- продуктивність – 18 – 60 т/добу;
- потужність електродвигуна – 75 кВт;
- діаметр отворів сита – 3, 6, 12 мм;
- діаметр патрубка для виходу маси – 200 мм
- матеріал – нержавіюча сталь.

Кількість гідророзбивачів типу ГРВн-24 розраховуємо за формулою:

$$N = \frac{P_{\text{доб}}}{P_{\text{доб ГРВ}}} = \frac{20,8}{25} = 0,83 = 1 \text{ шт.}$$

### Дисковий млин

Обираємо дисковий млин МД-31 [14], який має наступні технічні характеристики:

- продуктивність – 10 – 35 т/добу;
- масова концентрація маси що надходить – 3 – 3.5 %;
- діаметр дисків – 5000 мм;
- потужність електродвигуна – 110 кВт;
- частота обертання ротора – 1000 хв<sup>-1</sup>;
- окружна швидкість ротора – 26,1 м/с;
- маса – не більше 15000 кг.

Розрахуємо кількість млинів МД-31 для хвойної целюлози. Її початковий ступінь млива становить  $12 \pm 2$  °ШР, кінцевий – 60 °ШР. Приріст ступеня млива на кожному млині становить близько 8-10 °ШР. Таким чином кількість млинів для хвойної целюлози становить:

$$K = \frac{\Delta \text{СП}_{53\text{в.}}}{\Delta \text{СП}_{\text{на 1 млині}}} = \frac{60 - 14}{10} = 4,6 \approx 5 \text{ млинів.}$$

					Пояснювальна записка	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

### Установка вихрових конічних очисників

За добовою продуктивністю обираємо установку вихрових конічних очисників марки УВК-40-01 [9].

Технічні характеристики:

- продуктивність – 40 т/добу;
- пропускна здатність очисника – 125 л/хв;
- діаметр очисника – 80 мм;
- кількість очисників за ступенями – I – 56, II – 12, III – 8;
- секцій першого ступеня – 3;
- габаритні розміри: 2,53 × 3,00 × 4,62 мм;
- маса – 5,50 т.

Кількість установок вихрових конічних очисників марки УВК-40-01 розраховуємо за формулою:

$$N = \frac{P_{\text{доб}}}{P_{\text{доб}} \text{УВК}} = 20,8/40 \approx 1 \text{ шт.}$$

### Вузлоловлювач

Виходячи із добової продуктивності папероробної машини обираємо вузлоловлювач ВЗ-01 . Його технічні характеристики наведені нижче:

- продуктивність – 10 – 25 т/добу;
- площа сита – 0,64 м<sup>2</sup>;
- концентрація маси – 1,3 %;
- перепад тиску – 0,015 – 0,035 Мпа;
- кількість лопатей – 2 шт.;
- частота обертання ротора – 300 хв<sup>-1</sup>;
- потужність електродвигуна – 75 кВт;
- габаритні розміри – 1,43 × 1,04 × 1,05 м;

Розраховуємо кількість ВЗ-01. Для цього використаємо наступну формулу:

$$N = \frac{P_{\text{доб}}}{P_{\text{доб}} \text{ВЗ}} = 20,8/25 \approx 1 \text{ шт.}$$

### Сортувалка

					Пояснювальна записка	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

Обираємо вібраційну сортувалку СВН-1.0, яка має наступні технічні характеристики:

- продуктивність – 40 – 80 т/добу;
- площа поверхні сита – 1 м<sup>2</sup>;
- масова частка волокна на вході – 7,0 – 15 %;
- діаметр отворів сита – 3,0 – 5,0 мм;
- габаритні розміри - 2,5 × 1,1 × 1,9 м;
- потужність електродвигуна – 55-90 кВт.

Кількість сортувалок ВС-0,5 розраховуємо за формулою:

$$N = \frac{P_{\text{доб}}}{P_{\text{доб СВ}}} = \frac{20,8}{40} \approx 1 \text{ шт.}$$

### **Пульсаційний млин**

Обираємо пульсаційний млин МП-00, який має наступні технічні характеристики:

- продуктивність – 5 – 25 т/добу;
- діаметр ротора – 190 мм;
- кількість робочих зон – 3 шт.;
- частота обертання ротора – 3000 об/хв;
- габаритні розміри – 1,57 × 0,41 × 0,58 м;
- маса – 0,68 т.

Кількість пульсаційних млинів розраховуємо за формулою:

$$N = \frac{P_{\text{доб}}}{P_{\text{доб МП}}} = 20,8 \times 0,07/5 \approx 1 \text{ шт.}$$

### **Машинний каландр**

Ø циліндрів 1100мм. Кількість валів – 6

Робоча швидкість – 800 м/хв.

Ширина - 2520

Швидкість ножів – 920м/хв

					Пояснювальна записка	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

## 6 ЗАХОДИ ЩОДО ОХОРОНИ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

Вода відіграє важливу роль у всіх процесах паперового виробництва.

Витрата свіжої води у залежності від виду паперу на одну тонну готової продукції коливається в дуже широких межах і становить від декількох метрів кубічних до тисячі і більше. [3]

У технологічному потоці свіжа вода використовується на промивання сукна, для відсічок на відсмоктувальних ящиках та гауч-валі.

На різних ділянках папероробної машини, відходи розділяються на 3 потоки. До першого потоку належить вода, що відходить від сіткового столу. Цей потік містить найбільш високу, у порівнянні з іншими потоками, концентрацію дрібного волокна (0.36%). Ця вода використовується для розбавлення паперової маси в робочому басейні, перед її сортуванням і перед відливом полотна паперу.

У другому потоці вода з меншим вмістом волокна, а також надлишкова вода від відсмоктувальних ящиків, гауч-вала і води від промивання сітки. Ця вода використовується в розмелювально-підготовчому відділі для розбавлення паперової маси та для розпускання паперового браку. Невикористану воду другого потоку подають на прояснення, після чого вона може бути використана для подачі на спорски сітки.

Скоп, що містить значну кількість волокна утвореної в ході прояснення води, повертається частково назад у технологічний процес, а частина скопу направляється в інший цех для виробництва картону.

До третього потоку, до якого зазвичай направляється на загальнозаводське очищення, належить невелика кількість забрудненої води з відносно низьким вмістом у ній волокна. Це води від мокрих пресів, води від промивання сукон. Води, що містять синтетичні, або вовняні волокна, не можуть без додаткового очищення бути використані при виробництві високоякісних видів продукції.

На виробництві в залах папероробних машин присутнє надлишкове виділення тепла від сушильних частин машини, електродвигунів, приводів та

					Пояснювальна записка	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56



інше, а також волого виділення з сушильної і мокрої частин машини та іншого обладнання.

У зв'язку з присутньою в залах папероробних машин, значних втрат тепла, в них проектується тільки чергове опалення(тепло-регенераційними агрегатами).

Вологовиділення з мокрої частини машини залежить від температури маси, що подається на сітку і від швидкості машини. З підвищенням швидкості машини вологовиділення збільшується.

Для уловлювання водяної пари і тепла папероробних машин сушильну частину машини обладнано ковпаком закритого типу, а підсіткова частина машини ізолюється шляхом встановлення спеціальних вертикальних щитів від загального приміщення.

					Пояснювальна записка	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

## ВИСНОВКИ

1. Розроблено та описано технологічну схему цеху з виробництва електроізоляційного паперу з конструктивними змінами, які забезпечують підвищення продуктивність потоку - гідропланки, відсмоктувальні ящики «Ротобельт» і Юні-прес.

2. Наведено стандарти на сировину та готову продукцію.

3. Проведено розрахунок матеріального балансу води та волокна. Розрахунки показали, що для виготовлення однієї тонни паперу сухістю 96% без оборотного браку у робочий басейн повинно поступити абсолютно сухого волокна – 987,27 кг сульфатної невібіленої хвойної целюлози, та води – 33 634,63 м<sup>3</sup>.

4. Проведено розрахунок теплового балансу процесу виробництва електроізоляційного паперу. Витрати пари на 1 кг матеріалу становлять 0,96 кг/год.

5. Наведено теоретичні відомості про основні технологічні процеси виробництва електроізоляційного паперу: розмелювання, формування, пресування і сушіння.

6. Зроблено вибір технологічного обладнання та наведено його технічні характеристики.

7. Наведено об'ємно-планувальне та конструктивне вирішення будівлі цеху з виробництва електроізоляційного паперу.

8. Розроблено заходи щодо охорони навколишнього середовища.

					Пояснювальна записка	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. ПАТ «Малинська паперова фабрика-Вайдман» - Електронний ресурс.  
-Режим допуску: <http://www.weidmann-mpm.com>.
2. Примаков С.П., Барбаш В.А. Технологія паперу і картону: навчальний посібник для вузів. – К.: ЕКМО, 2002, 396с.
3. Иванов С.Н. Технология бумаги. – 2е изд., М.: Лесн. Пром-сть, 1970. 696с.
4. Фляте Д.М. Технология бумаги. - М.: Лесн. Пром-сть, 1988. - 440с.
5. Жудро С.Г. Технологическое проектирование целлюлозно-бумажных предприятий. Изд. 2-е, переработ. – М.: Лесн. Пром-сть, 1970. – 224 с.
6. Пузырев С.А. Испытание бумаги и картона - М.: Лесн. Пром-сть, 1996 – 309с.
7. Максимов В.Ф. Охрана труда в целлюлозно-бумажной промышленности – М: Лесная промышленность, - 1985 – 352 с.

					Пояснювальна записка	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59